

И. И. УСАЧЕВ

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛЬДОВ**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 28 III 1938)

В экспедиции Норденшельда 1875—1876 гг. на судне «Proven» ботаником Чильманом впервые при полярных исследованиях был утверждён факт нахождения флоры диатомовых водорослей на дрейфующих льдах в море. Этому факту большое значение придал Нансен во время своего путешествия на «Фраме». Нансен сделал интересные наблюдения над скоплениями фауны и флоры на поверхности льдов и на стенках их в морской воде и впервые указал на роль этих скоплений в таянии льдов. Последнее обстоятельство четко сформулировал И. В. Палибин<sup>(1)</sup> в своей статье-сводке «Микроорганизмы, как разрушители полярных льдов». Гран<sup>(2)</sup> при обработке сборов Нансена и Блессинга объединил все материалы, полученные предыдущими флористами по диатомовым водорослям Арктики (Cleve, Grunow и др.) и дал первое специальное исследование, посвященное флоре льдов. Этот автор на основании нахождения тех или иных диатомей в сборах Нансена и на ряде предположений, высказанных его предшественниками, выделяет по своему происхождению две группы льдов: «дрейфующие льды Полярного моря» и «льды, вероятно, местного происхождения». Гран отмечает большое сходство видового состава диатомей с полярных льдов у м. Ванкарема, а также в сборах Нансена между 78° 19'—81° 30' N. и 125° 00'—127° 30' E. и наконец с полярных льдов в Гренландском море, и в этом сходстве видит подтверждение общего дрейфа льда из дальневосточного сектора Арктики в Атлантику. Указанный факт бесспорно доказывает важность исследований такого порядка.

И. В. Палибин<sup>(3)</sup> во время плаванья ледокола «Ермак» в северной части Баренцева моря летом 1901 г. вел наблюдения надо льдом и пришел к такому заключению, что диатомей на верхней поверхности льдов в живом состоянии не встречаются. Этот факт, казалось бы, не противоречил данным Грана по сборам Нансена, так как из всех 53 форм диатомей, найденных на верхней поверхности льдов (из углублений на льду, на дне луж, образовавшихся от таяния льда и не соединенных с морем), только два вида отмечены в живом состоянии. А между тем тот же Гран далее утверждает, что диатомей жили на льду и размножились. И. В. Палибин не приводит подробных списков диатомей, вернее, их остатков, встреченных им на поверхности льдов, но высказывает предположение, что эти данные могли бы дать возможность судить более определенно о генезисе ледяных дрейфующих масс.

Следует отметить, что исследования Грана и последующих авторов ограничились данными о флоре диатомовых, собранных или с самой поверхности льдов или с их боковых карнизообразных выступов и нижней поверхности, находящихся в морской воде. И только два сбора Нансена представляли осадок диатомей, собранных из воды, образовавшейся от таяния молодого льда. На последние пробы Гран не обратил специального внимания.

Автору настоящего сообщения как участнику ряда экспедиций Всесоюзного Арктического института и Главного управления Северного морского

пути на п/х. «Ломоносов» 1931 г., л/п. «Седов» 1934 г. и л/п. «Садко» 1936 и 1937 гг. пришлось столкнуться с рядом фактов, относящихся к исследованиям биологического порядка при изучении льдов Карского моря и моря Лаптевых. Из числа наиболее важных наблюдений, которые удалось сделать, ряд данных относится к решению вопроса о происхождении льдов.

Уже общие исследования показали, во-первых, что живые водоросли на верхней поверхности (и в лужах, не связанных с морем) льдов наблюдаются чрезвычайно редко, во-вторых, если и встречаются «грязные» льды, то они на поверхности чаще всего несут большое количество минерального детрита, среди которого встречаются иногда и створки диатомей самого различного происхождения и, наконец, в-третьих, наблюдения показали, что большинство дрейфующих льдов, особенно в необходимый момент их исследования, вовсе не несут на своей поверхности заметных следов детрита и створок диатомей.

Указанное заставило пересмотреть вопрос с методической стороны и обратить внимание на те включения, которые находятся в самой толще льда, т. е. подвергать лед не только физическому и химическому анализам, как это до сих пор делалось, но и биологическому. Собранные материалы уже в экспедиционной обстановке показали, что методически вопрос решен удачно: не было такого образца льда, где бы не находились диатомей и прочие вмержшие включения. В процессе работ выработалась чрезвычайно простая методика взятия проб. Согласно своим исследованиям с потребностями физиков и химиков, из определенных горизонтов (пластов) толщи льда выпиливаются или выкалываются куски—образцы. Опыт показал, во-первых, что образцы для наших целей следует брать не менее, чем с трех горизонтов: под верхней и над нижней поверхностями и из срединных пластов льдины, и, во-вторых, что лучше держаться какого-либо определенного веса образцов и брать не менее 1 кг; чаще всего этой массы оказывалось вполне достаточно даже для очень прозрачных льдов, встречающихся нередко в Карском море и море Лаптевых. Взятые куски льда тщательно обмываются сначала простой снеговой или дистиллированной водой, затем дают каждому куску самостоятельно обтаять с поверхности и уже после этого переносят их в кристаллизаторы или иную протертую спиртом или формалином посуду и оставляют для таяния. Если последнее идет медленно, то в кристаллизаторы наливается небольшое количество формалина. Этим устраняется развитие организмов в воде. Вода, полученная от таяния (и осадок на дне), тщательно взбалтывается, фиксируется формалином, определяется ее объем (для количественных целей) и сливается в склянку. Далее поступают так, как делается при сборах планктона по методу осаждения или фильтрации через мембранные фильтры. Осадок или фильтрат сохраняется в небольшой посуде с этикетом, прикрепленным с наружной стороны пробы.

Как примеры, иллюстрирующие применение описанного метода в вопросе о происхождении льдов, приведу несколько данных анализа за 1934 г.

1. Местоположение исследуемых льдин: 1) 78°42' N., 76°45' E., 2) 78°15' N., 81°40' E. и 3) 77°40' N., 86°30' E.

В осадках, полученных от таяния большинства послонных проб, преобладал детрит светлорычногого цвета, а в массе темнокоричневого цвета, иногда с зеленоватым оттенком. По структуре своей он состоял главным образом из очень мелких минеральных частиц, от 2—3  $\mu$  величины, слипавшихся в «хлопья» 60—70—100  $\mu$ . Реже были встречены крупные минеральные частицы и различные растительные остатки.

Биологический анализ показал присутствие следующих пресноводных массовых форм: *Melosira granulata*, *M. islandica* subsp. *helvetica*, *M. italica*, *Asterionella gracillima* var. *zigzagostellata*, *Fragilaria virescens*. Кроме того

в меньших количествах были найдены: *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata*, *Melosira varians* и много других диатомей, а также *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum Boryanum* и другие из зеленых водорослей и остатки *Anabaena* и *Aphanizomenon* из сине-зеленых.

Общее количество организмов в некоторых слоях льда достигало 17 000 клеток на 1 л талой воды.

Среди массы диатомей, встреченных в пробе, большинство представляло из себя пустые створки, реже попадались с полуразрушенным содержимым

в клетках и еще меньше с хорошо сохранившимися хроматофорами и общим содержанием. Среди представителей р. *Melosira* последних не менее 10—15%. Несмотря на большое несовершенство и малочисленность опытов по оживлению вмерзших водорослей, неоднократно удавалось наблюдать прорастание аукоспор у *Melosira granulata*. Уже на третий день наблюдения из разросшейся аукоспоры образовывались две клетки, причем и эти последние были сильно вытянуты и в

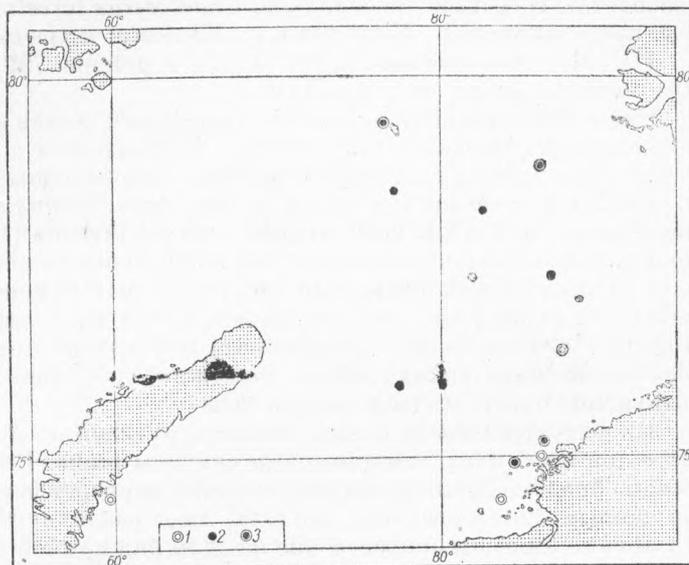
свою очередь готовились к делению. Некоторые встреченные во льду бентические диатомей после таяния продолжали энергично передвигаться. Наши результаты указанных опытов подтверждают те чрезвычайно важные биологические выводы, которые сделал над вмерзшими организмами пресных льдов С. А. Зернов по личным наблюдениям и на основании опытов Н. В. Болдыревой, П. П. Шарминой и Ю. Д. Шмелевой<sup>(4,5)</sup>.

Указанный выше состав диатомей и других водорослей дает нам право утверждать, что исследуемые льдины принадлежат к пресноводным, речным, повидимому енисейским, льдам, так как большинство из встреченных форм зарегистрировано в фитопланктоне р. Енисея<sup>(6)</sup> и по новым данным (еще неполным)—р. Оби.

II. Местоположение льдин: 1) 76° 20' N., 86° 40' E.; 2) 75° 54' N., 77° 40' E.

В осадках светлосерый и светлокоричневый детрит, частицы от 2 до 60—80 м.

Среди детрита найдены следующие диатомей: *Chaetocerus decipiens*, *Ch. concavicornis*, *Ch. mitra*, *Ch. furcellatus*, *Achnanthes taeniatus*, *Thalassiosira gravida*, *Thal. Nordenskiöldii*, *Thal. hyalina*, *Nitzschia frigida*, *Nitzschia seriata*, многочисленные представители рода *Navicula* и др. Из перидиней неоднократно встречались остатки р. *Peridinium* и р. *Ceratium*. Некоторые слои льдины имели различный качественный состав.



Схема, иллюстрирующая нахождения льда различного происхождения в Карском море по данным биологического анализа (см. текст).

Л е д: 1—лед морского происхождения;  
2—лед речного происхождения;  
3—лед смешанного происхождения.

Количество организмов в ряде проб достигало 1 000 клеток на 1 л воды. Сохранность большинства диатомей плохая, чаще всего наблюдались пустые створки. Все встреченные во льду водоросли принадлежат к формам морским, из них большинство зарегистрировано в фитопланктоне или встречается среди фитопланктона Карского моря. Таким образом исследуемые льдины являются по своему происхождению типично морскими.

Однолетний лед у Пахтусовых островов (1934 г.) послужил материалом для ориентировочных представлений о включениях диатомей в лед такого «возраста». В составе преобладали: *Chaetocerus furcellatus* и *Ch. concavicornis*, представители р. *Nitzschia* и р. *Navicula*, встречались споры и цисты.

III. Местоположение льдин: 1), 2) в районе 79°05' N., 85°46' E. и 3) к северо-западу от о-ва Визе.

Биологический анализ показал смешанный состав диатомей. Среди преобладающих морских (*Chaetocerus*, *Thalassiosira*, *Fragilaria oceanica*, *Nitzschia frigida* и др.) встречены были пресноводные: *Melosira granulata* и *Fragilaria crotonensis*, а также зеленая *Scenedesmus quadricauda*. Последние формы были в хорошей сохранности и в больших количествах встречались только в срединных слоях льда. Льдины оказались таким образом смешанного происхождения и, судя по сменам в составе морских диатомей, двухлетние (больше года); лед зародился в условиях влияния речных стоков и отдрейфовал к северу—дальнейшее намерзание его произошло в море. Местоположение таких льдин, возможно, указывает на приблизительное положение прошлогодней кромки льда.

На фигуре нанесена схема, иллюстрирующая распределение в Карском море тех проб льда, которые нами описаны выше. Вместе с тем эта схема таким образом указывает на нахождение среди дрейфующих морских льдов, по данным биологического анализа, льда различного происхождения.

Можно было бы привести еще не один ряд примеров по биологическому анализу дрейфующих льдов, припая, стамух и пр., все они в большей или меньшей степени вносят чрезвычайно существенные черты в характеристику встречающихся льдов и определяют особенности их генезиса и дальнейшего пребывания в море. Многого остается здесь еще не ясным и предположительным, так как мы не располагаем пока достаточными знаниями по биологии морей и наблюдениями экспериментального порядка над морскими льдами; не разработана еще и техника взятия образцов льда. Это обстоятельство является чрезвычайно важной помехой в планомерном изучении льдов в море, между тем как последнее следует проводить с той же методической последовательностью, с какой проводятся гидрологические и гидробиологические станции при изучении наших арктических морей.

Настоящим методическим введением автор старался разъяснить те новые задачи и перспективы, которые дает нам биологический анализ льдов. Применение его в комплексе с физико-химическими исследованиями, нам думается, осветит по-новому и вернее ряд научных и практических вопросов, связанных с изучением дрейфующих льдов (происхождение, их дрейф, смены и пр.).

Всесоюзный арктический институт. Ленинград.  
Всесоюзный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии.  
Москва.

Поступило  
20 III 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. В. Палибин, Изв. Центр. гидрометеорологического бюро, вып. 5 (1925).  
<sup>2</sup> Н. Н. Гран, Norw. Polar Exped. 1893—1896, 4 (1904). <sup>3</sup> И. В. Палибин, Изв. Глав. ботан. сада, 3 и 6 (1906). <sup>4</sup> С. А. Зернов, Рус. гидробиол. журн., 7, № 1—2 (1928). <sup>5</sup> Н. В. Болдырева, Рус. гидробиол. журн., 9, № 1—3 (1930).  
<sup>6</sup> П. И. Усачев, Тр. Сиб. науч. рыбхоз. станции, 3, вып. 2 (1925).